

10/534858

PCT/JP03/14547

10.12.03

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

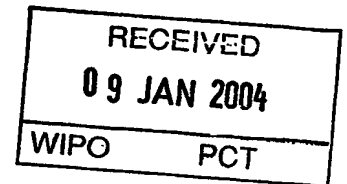
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 2 年 1 1 月 1 5 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 3 3 2 6 6 5
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 3 2 6 6 5]

出 願 人
Applicant(s): 新日本製鐵株式会社

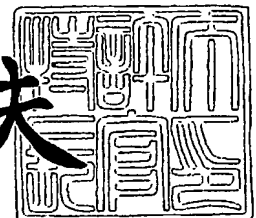


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 1 1 月 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 9 2 2 8 8

【書類名】 特許願

【整理番号】 1024452

【提出日】 平成14年11月15日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 C22C 38/00

【発明者】

【住所又は居所】 北海道室蘭市仲町 1 2 番地 新日本製鐵株式会社 室蘭製鐵所内

【氏名】 橋村 雅之

【発明者】

【住所又は居所】 北海道室蘭市仲町 1 2 番地 新日本製鐵株式会社 室蘭製鐵所内

【氏名】 水野 淳

【発明者】

【住所又は居所】 北海道室蘭市仲町 1 2 番地 新日本製鐵株式会社 室蘭製鐵所内

【氏名】 磯部 浩一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町 2 - 6 - 3 新日本製鐵株式会社 内

【氏名】 内藤 賢一郎

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町 2 - 6 - 3 新日本製鐵株式会社 内

【氏名】 萩原 博

【特許出願人】

【識別番号】 000006655

【氏名又は名称】 新日本製鐵株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077517

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 敬

【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】

【識別番号】 100113918

【弁理士】

【氏名又は名称】 亀松 宏

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036135

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0018106

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 被削性に優れる鋼

【特許請求の範囲】

【請求項1】 質量%で、C：0.005～0.2%、S：0.5～1.0%、B：0.005超～0.05%を含み、かつMn/S：1.2～2.8で、ミクロ組織においてパーライト面積率が5%以下であることを特徴とする被削性に優れる鋼。

【請求項2】 C：0.005～0.2%、
Si：0.001～0.5%、
Mn：0.5～3.0%、
P：0.003～0.2%、
S：0.5～1.0%、
B：0.005超～0.05%、
total-N：0.002～0.02%、
total-O：0.005～0.035%

を含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物よりなることを特徴とする被削性に優れる鋼。

【請求項3】 前記鋼が、ミクロ組織においてパーライト面積率が5%以下であることを特徴とする請求項2記載の被削性に優れる鋼。

【請求項4】 前記鋼において、質量%で、鋼中のMnとSの比Mn/S：1.2～2.8であることを特徴とする請求項2または3記載の被削性に優れる鋼。

【請求項5】 前記鋼が、質量%で、さらに、V：0.05～1.0%、Nb：0.005～0.2%、Cr：0.01～2.0%、Mo：0.05～1.0%、W：0.05～1.0%の1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項1～4のいずれかの項に記載の被削性に優れる鋼。

【請求項6】 前記鋼が、質量%で、さらに、Ni：0.05～2.0%、Cu：0.01～2.0%の1種または2種を含有することを特徴とする請求項1～5のいずれかの項に記載の被削性に優れる鋼。

【請求項7】 前記鋼が、質量%で、さらに、Sn:0.005~2.0%、Zn:0.0005~0.5%の1種または2種を含有することを特徴とする請求項1~6のいずれかの項に記載の被削性に優れる鋼。

【請求項8】 前記鋼が、質量%で、さらに、Ti:0.005~0.1%、Ca:0.0002~0.005%、Zr:0.0005~0.1%、Mg:0.0003~0.005%の1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項1~7のいずれかの項に記載の被削性に優れる鋼。

【請求項9】 前記鋼が、質量%で、さらに、Te:0.0003~0.05%、Bi:0.005~0.5%、Pb:0.01~0.5%の1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項1~8のいずれかの項に記載の被削性に優れる鋼。

【請求項10】 前記鋼において、Al:0.015%以下に制限することを特徴とする請求項1~9のいずれかの項に記載の被削性に優れる鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、自動車や一般機械などに用いられる鋼に関するもので、特に切削時の工具寿命と切削表面粗さおよび切り屑処理性に優れた被削性に優れた鋼に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般機械や自動車は多種の部品を組み合わせて製造されているが、その部品は要求精度と製造効率の観点から、多くの場合、切削工程を経て製造されている。その際、コスト低減と生産能率の向上が求められ、鋼にも被削性の向上が求められている。特に従来SUM23やSUM24Lは被削性を重要視して開発されてきた。これまで被削性を向上させるためにS、Pbなどの被削性向上元素を添加するのが有効であることが知られている。しかし需要家によってはPbは環境負荷として使用を避ける場合もあり、その使用量を低減する方向にある。

【0003】

これまでも Pb を添加しない場合には S のように MnS のような切削環境下で軟質となる介在物を形成して被削性を向上させる手法が使われている。しかし、いわゆる低炭鉛快削鋼 SUM24L には低炭硫黄快削鋼 SUM23 と同量の S が添加されている。従って従来以上の S 量を添加する必要がある。しかし、多量の S 添加では MnS を単に粗大にするだけで、被削性向上に有効な MnS 分布にならないだけでなく、圧延、鍛造等において破壊起点になって圧延疵等の製造上の問題を多く引き起こす。さらに、SUM23 をベースとする硫黄快削鋼では構成刃先が付着しやすく、構成刃先の脱落および切り屑分離現象に伴う、切削表面に凹凸が生じ、表面粗さが劣化する。従って、被削性の観点からも表面粗さが劣化による精度低下が問題である。切り屑処理性においても、切り屑が短く分断しやすい方が良好とされているが、単なる S 添加だけではマトリックスの延性が大きいため、十分に分断されず、大きく改善できなかった。

【0004】

さらに S 以外の元素、Te, Bi, P 等も被削性向上元素として知られているが、ある程度被削性を向上させることができて、圧延や熱間鍛造時に割れを生じ易くなるため、極力少ない方が望ましいとされている。（例えば、特許文献 1、特許文献 2、特許文献 3、特許文献 4 参照。）。

【0005】

【特許文献 1】

特開平 9-71840 号公報

【特許文献 2】

特願 2000-160284 号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、圧延や熱間鍛造における不具合を避けつつ工具寿命と表面粗さの両者を改善し、従来の低炭鉛快削鋼と同等以上の被削性を有する鋼を提供する。

【0007】

【課題を解決するための手段】

切削は切り屑を分離する破壊現象であり、それを促進させることが一つのポイ

ントとなる。この効果はSを単純に増量するだけでは限界がある。本発明者らは、Sを増量するだけでなく、マトリックスを脆化させることで破壊を容易にして工具寿命を延長するとともに切削表面の凹凸を抑制することで被削性が向上することを知見した。

【0008】

本発明は上記知見に基づいてなされたもので、その要旨は次のとおりである。

【0009】

(1) 質量%で、C: 0.005~0.2%、S: 0.5~1.0%、B: 0.005超~0.05%を含み、かつMn/S: 1.2~2.8で、ミクロ組織においてパーライト面積率が5%以下であることを特徴とする被削性に優れる鋼。

【0010】

(2) C: 0.005~0.2%、Si: 0.001~0.5%、Mn: 0.5~3.0%、P: 0.003~0.2%、S: 0.5~1.0%、B: 0.005超~0.05%、total-N: 0.002~0.02%、total-O: 0.005~0.035%を含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物よりなることを特徴とする被削性に優れる鋼。

【0011】

(3) 前記鋼が、ミクロ組織においてパーライト面積率が5%以下であることを特徴とする(2)記載の被削性に優れる鋼。

【0012】

(4) 前記鋼において、質量%で、鋼中のMnとSの比Mn/S: 1.2~2.8であることを特徴とする(2)または(3)記載の被削性に優れる鋼。

【0013】

(5) 前記鋼が、質量%で、さらに、V: 0.05~1.0%、Nb: 0.005~0.2%、Cr: 0.01~2.0%、Mo: 0.05~1.0%、W: 0.05~1.0%の1種または2種以上を含有することを特徴とする(1)~(4)のいずれかの項に記載の被削性に優れる鋼。

【0014】

(6) 前記鋼が、質量%で、さらに、Ni: 0.05~2.0%、Cu: 0.01~2.0%の1種または2種を含有することを特徴とする(1)~(5)のいずれかの項に記載の被削性に優れる鋼。

【0015】

(7) 前記鋼が、質量%で、さらに、Sn: 0.005~2.0%、Zn: 0.0005~0.5%の1種または2種を含有することを特徴とする(1)~(6)のいずれかの項に記載の被削性に優れる鋼。

【0016】

(8) 前記鋼が、質量%で、さらに、Ti: 0.005~0.1%、Ca: 0.0002~0.005%、Zr: 0.0005~0.1%、Mg: 0.0003~0.005%の1種または2種以上を含有することを特徴とする(1)~(7)のいずれかの項に記載の被削性に優れる鋼。

【0017】

(9) 前記鋼が、質量%で、さらに、Te: 0.0003~0.05%、Bi: 0.005~0.5%、Pb: 0.01~0.5%の1種または2種以上を含有することを特徴とする(1)~(8)のいずれかの項に記載の被削性に優れる鋼。

【0018】

(10) 前記鋼において、Al: 0.015%以下に制限することを特徴とする(1)~(9)のいずれかの項に記載の被削性に優れる鋼。

【0019】

【発明の実施の形態】

本発明は、鉛を添加することなく、十分な被削性、特に良好な表面粗さを得るためにマトリックスを脆化させるとともに、工具/被削材の接触面の潤滑を良好にするため、Bを多量に添加することを特徴としている。さらにS量も比較的多量に添加し、それらを微細分散させるためMnとSの添加量の比率を精密に制御する。また、鋼のミクロ組織に関しても、従来の炭素鋼で見られるパーライトを制御した。すなわち化学成分ではC添加量を抑制し、粗大なパーライトの析出を抑制し、あるいはCを多く含む場合には熱処理により粗大なパーライト粒の生成

を抑制する、すなわち自然放冷でよく見られるパーライトバンドを抑制した被削性に優れた鋼である。

【0020】

次に、本発明で規定する鋼成分の限定理由について説明する。

【0021】

Cは、鋼材の基本強度と鋼中の酸素量に関係するので被削性に大きな影響を及ぼす。Cを多く添加して強度を高めると被削性を低下させるのでその上限を0.2%とした。一方、被削性を低下させる硬質酸化物生成を防止しつつ、凝固過程でのピンホール等の高温での固溶酸素の弊害を抑制するため、酸素量を適量に制御する必要がある。単純に吹錬によってC量を低減させすぎるとコストがかさむだけでなく、鋼中酸素量が多量に残留してピンホール等の不具合の原因となる。従ってピンホール等の不具合を容易に防止できるC量0.005%を下限とした。

【0022】

Siの過度な添加は硬質酸化物を生じて被削性を低下させるが、適度な添加は酸化物を軟質化させ、被削性を低下させない。その上限は0.5%であり、それ以上では硬質酸化物を生じる。0.001%以下では酸化物の軟質化が困難になるとともに工業的にはコストがかかる。

【0023】

Mnは、鋼中硫黄をMnSとして固定・分散させるために必要である。また鋼中酸化物を軟質化させ、酸化物を無害化させるために必要である。その効果は添加するS量にも依存するが、0.5%以下では添加SをMnSとして十分に固定できず、SがFeSとなり脆くなる。Mn量が大きくなると素地の硬さが大きくなり被削性や冷間加工性が低下するので、3.0%を上限とした。

【0024】

Pは、鋼中において素地の硬さが大きくなり、冷間加工性だけでなく、熱間加工性や鑄造特性が低下するので、その上限を0.2%にしなければならない。一方、被削性向上に効果がある元素で下限値を0.003%とした。

【0025】

S は、Mn と結合して MnS 介在物として存在する。MnS は被削性を向上させるが、伸延した MnS は鍛造時の異方性を生じる原因の一つである。大きな MnS は避けるべきであるが、被削性向上の観点からは多量の添加が好ましい。従って MnS を微細分散させることが好ましい。Pb を添加しない場合の従来の硫黄快削鋼以上の被削性の向上には 0.5% 以上の添加が必要である。一方、1% を越えると粗大 MnS の生成が避けられないだけでなく、FeS 等による鑄造特性、熱間変性特性の劣化から製造中に割れを生じるので、これを上限とした。

【0026】

B は、BN として析出すると被削性向上に効果がある。これらの効果は 0.005% 以下では顕著でなく、0.05% を超えて添加してもその効果が飽和し、BN が多く析出しすぎるとかえって鑄造特性、熱間変性特性の劣化から製造中に割れを生じる。そこで 0.005% 超～0.05% を範囲とした。

【0027】

N (total-N) は、固溶 N の場合、鋼を硬化させる。特に切削においては動的ひずみ時効によって刃先近傍で硬化し、工具の寿命を低下させるが、切削表面粗さを改善する効果もある。また、B と結びついて BN を生成して被削性を向上させる。0.002% 以下では固溶窒素による表面粗さ向上効果や BN による被削性改善効果が認められないので、これを下限とした。また 0.02% を越えると固溶窒素が多量に存在するためかえって工具寿命を低下させる。また鑄造途中に気泡を生成し、疵などの原因となる。従って本発明ではそれらの弊害が顕著になる 0.02% を上限とした。

【0028】

O (total-O) は、フリーで存在する場合には冷却時に気泡となり、ピンホールの原因となる。また、酸化物を軟質化し、被削性に有害な硬質酸化物を抑制するためにも制御が必要である。さらに、MnS の微細分散させる際にも析出核として酸化物を利用する。0.005% 未満では十分に MnS を微細分散させることができず、粗大な MnS を生じ、機械的性質にも悪影響を及ぼすので 0.005% を下限とした。さらに酸素量 0.035% を越えると鑄造中に気泡となりピンホールとなるため、その上限を 0.035% 以下とした。

【0029】

次にパーライト面積率を5%以下とする理由を説明する。一般に炭素を含む鋼を変態点以上の温度から冷却すると、フェライト・パーライト組織となる。本発明の対象となるC量の比較的少ない鋼の場合、変態点(A_3 点)以上の温度から空冷後、切り出してその内部を鏡面研磨してナイトールでエッチングすると、図1のようなミクロ組織を観察することができる。黒い粒がパーライトと呼ばれるフェライトとセメンタイトの複合組織であるが、通常、このようにナイトールによって黒く見える粒は白く見えるフェライト粒よりも硬質であり、鋼の変形／破断挙動において局部的にフェライト粒とは異なる挙動を示す。このことは切削において切りくずの破断挙動において、均一変形／破断を阻害するため、構成刃先の生成に大きく関与し、さらには切削面の表面粗さを劣化させる。従って、Cに起因する組織的不均一を極力排除することが重要である。そこでナイトールでエッチングされる黒い粒をパーライト粒とみなし、このパーライト粒が多すぎると組織不均一を引き起こし、表面粗さ劣化の原因になるのでその面積率を5%以下に制限した。図4にパーライト面積率と表面粗さの関係を示した。

【0030】

ここで測定方法の詳細に関して述べる。圧延または鍛造後の鋼の長手方向断面(L断面)に切断、樹脂埋め込みサンプルを鏡面研磨し、ナイトールエッチングした。ナイトールにて黒色にエッチングされた物の内、灰色のMnSを除いた粒径(円相当径) $1\mu\text{m}$ 以上の粒を画像処理装置で解析し、その面積率を求めた。面積率測定の画像処理時に、黒色に見えるパーライトに合わせた“しきい値”設定で画像濃淡を合わせ、グレーに見える介在物(MnS等)を画面上から消すことで、パーライトのみを測定対象とした。この時の認識最小パーライトは約 $1\mu\text{m}$ であるが、 $1\mu\text{m}$ 未満のパーライトは被削性に影響を及ぼさないので、認識されなくても影響はない。

【0031】

本発明での、測定視野は、1視野 0.2mm^2 ($0.4\text{mm} \times 0.5\text{mm}$) を400倍以上の倍率で20視野測定し、計 4mm^2 の面積について、パーライト面積率を算出した。

【0032】

Mn/S に関してはすでに熱間延性に大きく影響し、通常、 $Mn/S > 3$ であれば製造性を大きく低下させることが知られている。その原因は FeS の生成であるが、本発明においては、低 C、かつ高 S の領域ではその比率をさらに $Mn/S : 1.2 \sim 2.8$ まで低下させることができることを見出した。 $Mn/S : 1.2$ 以下では FeS が多く生成し、熱間延性を極端に低下させ、製造性を大きく低下させる。

【0033】

図 2 に $Mn/S \leq 2.8$ と $Mn/S > 2.8$ の場合の微細な MnS をレプリカ法を用い、透過型電子顕微鏡にて観察した例を示す。 $Mn/S > 2.8$ の場合には図 2 (b) に示すような粗大な MnS のみとなり、表面粗さを小さくすることができない。一方、 $Mn/S : 1.2 \sim 2.8$ と規制した場合には図 2 (a) に示すような微細な MnS の生成が得られる。

【0034】

この微細な MnS は連続鑄造やインゴットによる鑄造後、 900°C 以上の加熱を繰り返すことにより、個数を増加させることができる。

【0035】

なお、MnS とは、純粋な MnS のみならず、MnS を主体に含み、Fe, Ca, Ti, Zr, Mg, REM 等の硫化物が MnS と固溶したり結合して共存している介在物や、MnTe のように S 以外の元素が Mn と化合物を形成して MnS と固溶・結合して共存している介在物や、酸化物を核として析出した上記介在物が含まれるものであり、化学式では、 $(Mn, X)(S, Y)$ (ここで、X : Mn 以外の硫化物形成元素、Y : S 以外で Mn と結合する元素) として表記できる Mn 硫化物系介在物を総称して言うものである。

【0036】

次に、本発明においては、上述した成分に加え、V, Nb, Cr, Mo, W, Ni, Sn, Zn, Ti, Ca, Zr, Mg, Te, Bi, Pb の 1 種または 2 種以上を必要に応じて添加することができる。

【0037】

Vは、炭窒化物を形成し、二次析出硬化により鋼を強化することができる。0.05%以下では高強度化に効果はなく、1.0%を超えて添加すると多くの炭窒化物を析出し、かえって機械的性質を損なうので、これを上限とした。

【0038】

Nbも炭窒化物を形成し、二次析出硬化により鋼を強化することができる。0.005%以下では高強度化に効果はなく、0.2%を超えて添加すると多くの炭窒化物を析出し、かえって機械的性質を損なうので、これを上限とした。

【0039】

Crは、焼入れ性向上、焼戻し軟化抵抗付与元素である。そのため高強度化が必要な鋼には添加される。その場合、0.01%以上の添加を必要とする。しかし多量に添加するとCr炭化物を生成し脆化させるため、2.0%を上限とした。

【0040】

Moは、焼戻し軟化抵抗を付与するとともに、焼入れ性を向上させる元素である。0.05%未満ではその効果が認められず、1.0%を超えて添加してもその効果が飽和しているので、0.05%～1.0%を添加範囲とした。

【0041】

Wは、炭化物を形成し、二次析出硬化により鋼を強化することができる。0.05%以下では高強度化に効果はなく、1.0%を超えて添加すると多くの炭化物が析出し、かえって機械的性質を損うのでこれを上限とした。

【0042】

Niは、フェライトを強化し、延性を延性向上させるとともに焼入れ性向上、耐食性向上にも有効である。0.05%未満ではその効果は認められず、2.0%を超えて添加しても、機械的性質の点では効果が飽和するので、これを上限とした。

【0043】

Cuはフェライトを強化し、焼入れ性向上、耐食性向上にも有効である。0.01%未満で、その効果は認められず、2.0%を超えて添加しても、機械的性質の点では効果が飽和するので、これを上限とした。特に熱間延性を低下させ、

圧延時の疵の原因となりやすいので、Ni と同時に添加することが好ましい。

【0044】

Sn はフェライトを脆化させ、工具寿命を延ばすとともに、表面粗さ向上に効果がある。0.005%未満ではその効果は認められず、2.0%を超えて添加しても、機械的性質の点では効果が飽和するので、これを上限とした。

【0045】

Zn はフェライトを脆化させ、工具寿命を延ばすとともに、表面粗さ向上に効果がある。0.0005%未満ではその効果は認められず、0.5%を超えて添加しても、機械的性質の点では効果が飽和するので、これを上限とした。

【0046】

Ti も炭窒化物を形成し、鋼を強化する。また脱酸元素でもあり、軟質酸化物を形成させることで被削性を向上させることが可能である。0.005%以下ではその効果が認められず、0.1%を超えて添加してもその効果が飽和する。またTi は高温でも窒化物となりオーステナイト粒の成長を抑制する。そこで上限を0.1%とした。

【0047】

Ca は、脱酸元素であり、軟質酸化物を生成し、被削性を向上させるだけでなく、MnS に固溶してその変形能を低下させ、圧延や熱間鍛造してもMnS 形状の伸延を抑制する働きがある。したがって異方性の低減に有効な元素である。0.0002%未満ではその効果は顕著ではなく、0.005%以上添加しても歩留まりが極端に悪くなるばかりでなく、硬質のCaO を大量に生成し、かえって被削性を低下させる。従って添加範囲を0.0002～0.005%と規定した。

【0048】

Zr は、脱酸元素であり、酸化物を生成する。酸化物はMnS の析出核になりMnS の微細均一分散に効果がある。またMnS に固溶してその変形能を低下させ、圧延や熱間鍛造してもMnS 形状の伸延を抑制する働きがある。したがって異方性の低減に有効な元素である。0.0005%未満ではその効果は顕著ではなく、0.1%以上添加しても歩留まりが極端に悪くなるばかりでなく、硬質の

ZrO_2 や ZrS などを大量に生成し、かえって被削性を低下させる。従って添加範囲を 0.0005～0.1%と規定した。

【0049】

Mg は、脱酸元素であり、酸化物を生成する。酸化物は MnS の析出核になり MnS の微細均一分散に効果があり、異方性の低減に有効な元素である。0.0003%未満ではその効果は顕著ではなく、0.005%以上添加しても歩留まりが極端に悪くなるばかりで効果は飽和する。従って添加範囲を 0.0003～0.005%と規定した。

【0050】

Te は、被削性向上元素である。また $MnTe$ を生成したり、 MnS と共存することで MnS の変形能を低下させて MnS 形状の伸延を抑制する働きがある。したがって異方性の低減に有効な元素である。この効果は 0.0003%未満では認められず、0.05%を超えると効果が飽和する。

【0051】

Bi および Pb は、被削性向上に効果のある元素である。その効果は 0.005%以下では認められず、0.5%を超えて添加しても被削性向上効果が飽和するだけでなく、熱間鍛造特性が低下して疵の原因となりやすい。

【0052】

Al は、脱酸元素で鋼中では Al_2O_3 や AlN を形成する。しかし、 Al_2O_3 は硬質なので切削時に工具損傷の原因となり、摩耗を促進させる。そこで Al_2O_3 を多量に生成しない 0.015%以下に制限した。特に工具寿命を優先させる場合には 0.005%以下が好ましい。

【0053】

【実施例】

本発明の効果を実施例によって説明する。表 1、表 2（表 1 のつづき 1）、表 3（表 1 のつづき 2）、表 4（表 1 のつづき 3）に示す供試材のうち、No. 13 は 270 t 転炉で、その他は 2 t 真空溶解炉で溶製後、ビレットに分解圧延、さらに $\phi 60\text{mm}$ に圧延した。

【0054】

材料は熱処理され、発明例に関してはその成分によって熱処理条件を変更した。表1～表4に示す熱処理の鋼において焼準と記された発明例の一部と比較例は920℃で10min以上保持し、空冷したものである。また急冷・焼鈍と記された発明例の一部は920℃から圧延ライン後端の水槽に投入して急冷後、焼鈍炉にて600℃で1時間以上保持した。これらの熱処理により鋼中パーライト面積率を調整した。

【0055】

表の熱処理の項において、焼準と記された実施例は920℃で10min以上保持し、空冷したものである。QTと記された発明例は920℃から圧延ライン後端の水槽に投入性急冷後、焼鈍にて700℃で1時間以上保持した。これによりパーライト面積率を調整した。発明例でもC量が低いものは焼準でもパーライト面積率を低減することができる。

【0056】

表1～表4の実施例1～36に示す材料の被削性評価はドリル穿孔試験で表5に切削条件を示す。累積穴深さ1000mmまで切削可能な最高の切削速度（いわゆるVL1000、単位はm/min）で被削性を評価した。

【0057】

さらに切削における表面品質を示す切削表面粗さを評価した。その切削条件を表6に、その評価方法（以後、プランジ切削試験と記す）の概要を図3に示す。プランジ切削試験では工具は短時間切削を繰り返す。一回の切削で工具は被削材長手方向に動かず、回転している被削材中心に向かって動くため、短時間の切削後、工具は引き抜かれるが、その形状は基本的には工具は刃先形状が被削材表面に転写される。構造刃先の付着や工具の磨耗損傷によりこの転写された切削面の表面粗さは影響を受ける。この表面粗さを表面粗さ計で測定した。10点表面粗さRz（μm）を表面粗さを示す指標とした。

【0058】

発明例1～60はいずれも比較例61～68に対してドリル工具寿命に優れるとともに、プランジ切削における表面粗さが良好であった。これはBによってフェライトが局部的に脆化され、表面創成がスムーズに行われたために良好な表面

粗さを得られたと考えられる。

【0059】

これらの表面粗さの改善効果はSが0.5%超の場合に顕著であるが、S量がそれより少ない場合でも切りくず処理性に効果が見られた。

【0060】

さらにMnとSの比率が従来鋼によく見られる3程度でも効果が認められるが、Mn/Sを小さくすると、より工具寿命が向上するとともに、表面粗さも向上する。この原因はB多量添加の環境下では微細なMnSがフェライト中にも微細分散し、潤滑効果と脆化効果の両面に有効に機能するためと考えられる。ただし実施例70のようにMn/Sが小さすぎるとFeSが生成するため、圧延割れを生じる。本発明に関する評価では実施例70は圧延割れのため、被削性等の評価が全くできなかったので、表中にはその評価結果を表記しなかった。

【0061】

C量を若干変更した場合（表1～表4、実施例37～60）でもBを大量に添加すること、さらに、パーライト面積率を制御することで良好な工具寿命と切削表面粗さを得ることができた。

【0062】

なお、切り屑処理性に関しては切り屑のカール時の曲率が小さいもの、あるいは分断されているものが好ましい。そこで切り屑が20mmを超えた曲率半径で3巻き以上連続してカールして長く延びた切り屑を不良とした。巻数が多くとも曲率半径が小さいもの、あるいは曲率半径が大きくとも切り屑長さが100mmに達しなかったものは良好とした。

【0063】

【表 1】

実施	区分	化 学 成 分 mass%																
		C	Si	Mn	P	S	B	total-N	total-O	V	Nb	Cr	Mo	W	Ni	Cu	Sn	Zn
1	発明例	0.023	0.004	1.69	0.072	0.52	0.0080	0.0079	0.0187									
2	発明例	0.011	0.015	2.05	0.077	0.72	0.0067	0.0061	0.0174									
3	発明例	0.055	0.008	1.64	0.078	0.55	0.0094	0.0096	0.0202									
4	発明例	0.058	0.013	2.36	0.077	0.75	0.0098	0.0102	0.0152									
5	発明例	0.101	0.009	1.62	0.080	0.52	0.0082	0.0055	0.0153									
6	発明例	0.090	0.009	2.14	0.088	0.75	0.0110	0.0117	0.0206									
7	発明例	0.118	0.005	1.71	0.076	0.53	0.0050	0.0040	0.0164									
8	発明例	0.117	0.007	2.10	0.079	0.73	0.0109	0.0116	0.0175									
9	発明例	0.167	0.004	1.70	0.083	0.55	0.0089	0.0090	0.0200									
10	発明例	0.174	0.007	2.19	0.072	0.75	0.0116	0.0126	0.0200									
11	発明例	0.085	0.009	1.66	0.089	0.52	0.0129	0.0142	0.0166									
12	発明例	0.055	0.004	1.70	0.074	0.58	0.0130	0.0143	0.0171									
13	発明例	0.057	0.012	1.75	0.078	0.57	0.0133	0.0147	0.0169									
14	発明例	0.058	0.013	1.84	0.084	0.59	0.0127	0.0139	0.0056									
15	発明例	0.057	0.004	1.76	0.078	0.56	0.0052	0.0042	0.0157	0.11								
16	発明例	0.053	0.004	1.70	0.078	0.80	0.0094	0.0088	0.0155		0.032							
17	発明例	0.055	0.013	1.72	0.083	0.55	0.0131	0.0146	0.0207			0.34						
18	発明例	0.050	0.014	1.91	0.078	0.58	0.0105	0.0111	0.0174				0.21					
19	発明例	0.055	0.010	1.88	0.089	0.58	0.0051	0.0042	0.0198					0.11	0.48			
20	発明例	0.057	0.013	1.49	0.082	0.51	0.0128	0.0141	0.0182							0.21		
21	発明例	0.057	0.010	1.77	0.072	0.58	0.0053	0.0043	0.0164								0.36	
22	発明例	0.050	0.005	1.75	0.087	0.54	0.0069	0.0064	0.0153									0.0040
23	発明例	0.054	0.012	1.57	0.080	0.53	0.0099	0.0104	0.0079									
24	発明例	0.050	0.009	1.81	0.089	0.55	0.0075	0.0073	0.0052									
25	発明例	0.050	0.014	1.80	0.079	0.58	0.0081	0.0079	0.0185									
26	発明例	0.057	0.014	1.72	0.081	0.53	0.0083	0.0083	0.0208									
27	発明例	0.051	0.014	1.76	0.078	0.60	0.0112	0.0119	0.0170									
28	発明例	0.055	0.003	1.67	0.090	0.55	0.0101	0.0107	0.0191									
29	発明例	0.050	0.003	1.83	0.089	0.56	0.0078	0.0077	0.0210									
30	発明例	0.057	0.013	1.70	0.073	0.59	0.0080	0.0079	0.0059									
31	発明例	0.022	0.010	0.98	0.079	0.54	0.0097	0.0101	0.0180									
32	発明例	0.020	0.007	1.63	0.074	0.76	0.0123	0.0134	0.0168									
33	発明例	0.059	0.007	1.43	0.089	0.59	0.0125	0.0137	0.0184									
34	発明例	0.052	0.003	1.84	0.085	0.73	0.0083	0.0057	0.0207									
35	発明例	0.099	0.015	1.24	0.074	0.52	0.0131	0.0145	0.0180									

【0064】

【表 2】

実施例	区分	化 学 成 分 (mass%)										酸処理	ハ-ライト 面積率(%)	VL1000 m/min	表面粗さ Rz(μm)	切り戻 処理性
		Ti	Oa	Zr	Hf	Te	Bi	Pb	Al	Mn/S						
1	発明例								0.0011	3.26	焼準	1.5	147	10.5	○	
2	発明例								0.0013	2.84	焼準	0.6	155	10.4	○	
3	発明例								0.0023	2.98	QT	1.8	144	7.3	○	
4	発明例								0.0018	3.13	QT	0.7	157	8.6	○	
5	発明例								0.0013	3.13	QT	0.7	142	7.8	○	
6	発明例								0.0021	2.83	QT	2.0	152	6.2	○	
7	発明例								0.0019	3.24	QT	2.0	147	6.6	○	
8	発明例								0.0020	2.88	QT	1.4	157	7.4	○	
9	発明例								0.0017	3.11	QT	2.6	141	6.8	○	
10	発明例								0.0013	2.91	QT	0.6	145	8.5	○	
11	発明例								0.0020	3.19	焼準	5.5	130	10.8	○	
12	発明例								0.0017	2.92	QT	2.3	131	8.4	○	
13	発明例								0.0028	3.08	QT	2.7	126	6.3	○	
14	発明例								0.0024	3.14	QT	0.8	145	7.5	○	
15	発明例								0.0025	3.13	QT	2.6	146	7.7	○	
16	発明例								0.0023	2.84	QT	0.7	144	8.6	○	
17	発明例								0.0012	3.14	QT	2.8	147	8.8	○	
18	発明例								0.0025	3.29	QT	0.5	145	7.5	○	
19	発明例								0.0025	3.01	QT	1.5	147	7.0	○	
20	発明例								0.0023	2.89	QT	2.5	145	7.0	○	
21	発明例								0.0016	3.03	QT	3.0	146	8.9	○	
22	発明例								0.0011	3.24	QT	0.8	143	7.2	○	
23	発明例	0.026							0.0030	2.96	QT	1.0	143	8.0	○	
24	発明例		0.0037						0.0028	3.26	QT	1.3	145	7.2	○	
25	発明例			0.0037					0.0021	3.09	QT	3.0	144	8.9	○	
26	発明例				0.0025				0.0027	3.25	QT	2.9	146	7.7	○	
27	発明例					0.0030			0.0022	2.94	QT	1.0	144	7.9	○	
28	発明例						0.16		0.0012	3.02	QT	1.2	170	7.3	○	
29	発明例							0.283	0.0018	3.29	QT	1.3	170	6.4	○	
30	発明例								0.0153	2.88	QT	0.8	128	7.1	○	
31	発明例								0.0019	1.82	焼準	1.4	154	10.2	○	
32	発明例								0.0030	2.16	焼準	1.4	165	11.7	○	
33	発明例								0.0013	2.42	QT	2.0	156	3.9	○	
34	発明例								0.0020	2.25	QT	1.4	167	4.5	○	
35	発明例								0.0027	2.39	QT	0.7	153	4.1	○	

【0065】

【表 3】

実施例	区分	化学成分 mass%														Cu	Sn	Zn
		C	Si	Mn	P	S	B	total-N	total-O	V	Nb	Cr	Mo	W	Ni			
36	実施例	0.091	0.008	1.54	0.079	0.77	0.0057	0.0050	0.0188									
37	実施例	0.115	0.013	1.34	0.072	0.56	0.0102	0.0107	0.0194									
38	実施例	0.118	0.011	1.61	0.083	0.78	0.0090	0.0091	0.0197									
39	実施例	0.167	0.007	1.36	0.089	0.57	0.0052	0.0042	0.0188									
40	実施例	0.171	0.008	1.42	0.089	0.71	0.0097	0.0100	0.0191									
41	実施例	0.084	0.007	1.15	0.086	0.59	0.0121	0.0132	0.0208									
42	実施例	0.053	0.003	1.00	0.074	0.53	0.0104	0.0110	0.0172									
43	実施例	0.052	0.014	1.13	0.077	0.58	0.0095	0.0098	0.0180									
44	実施例	0.056	0.014	1.04	0.089	0.54	0.0082	0.0081	0.0109									
45	実施例	0.053	0.013	1.08	0.077	0.59	0.0065	0.0059	0.0172	0.10								
46	実施例	0.050	0.007	1.14	0.088	0.57	0.0115	0.0124	0.0181		0.038							
47	実施例	0.053	0.009	1.26	0.082	0.53	0.0094	0.0097	0.0185			0.67						
48	実施例	0.058	0.006	1.13	0.078	0.54	0.0056	0.0047	0.0173									
49	実施例	0.059	0.002	1.20	0.090	0.60	0.0090	0.0091	0.0192						0.48			
50	実施例	0.057	0.005	1.31	0.082	0.58	0.0055	0.0046	0.0171							0.12		
51	実施例	0.053	0.002	1.15	0.070	0.57	0.0076	0.0072	0.0186								0.24	0.0027
52	実施例	0.051	0.011	1.25	0.078	0.55	0.0085	0.0085	0.0157									
53	実施例	0.055	0.014	1.26	0.074	0.60	0.0109	0.0116	0.0058									
54	実施例	0.057	0.003	0.99	0.073	0.52	0.0070	0.0068	0.0103									
55	実施例	0.051	0.011	1.09	0.087	0.51	0.0129	0.0142	0.0175									
56	実施例	0.050	0.003	1.07	0.082	0.59	0.0063	0.0057	0.0187									
57	実施例	0.055	0.010	1.17	0.075	0.53	0.0083	0.0057	0.0185									
58	実施例	0.055	0.004	1.27	0.072	0.53	0.0126	0.0138	0.0189									
59	実施例	0.059	0.010	1.12	0.080	0.56	0.0123	0.0134	0.0173									
60	実施例	0.052	0.011	1.03	0.087	0.53	0.0113	0.0121	0.0087									
61	比較例	0.045	0.007	1.00	0.084	0.35	0.0076	0.0074	0.0183									
62	比較例	0.050	0.005	1.79	0.074	0.59	0.0067	0.0082	0.0180									
63	比較例	0.049	0.008	0.98	0.077	0.34	0.0129	0.0141	0.0205									
64	比較例	0.055	0.009	1.78	0.080	0.59	-	0.0123	0.0151									
65	比較例	0.050	0.015	0.75	0.089	0.35	0.0052	0.0042	0.0162									
66	比較例	0.053	0.004	1.16	0.071	0.54	0.0097	0.0100	0.0188									
67	比較例	0.052	0.009	0.84	0.074	0.34	0.0089	0.0089	0.0171									
68	比較例	0.052	0.014	0.95	0.078	0.53	-	0.0142	0.0157									
69	比較例	0.051	0.011	0.95	0.088	0.52	0.0032	0.0060	0.0189									
70	比較例	0.047	0.011	0.48	0.085	0.53	0.0099	0.0090	0.0167									
71	比較例	0.048	0.008	0.93	0.089	0.33	-	0.0139	0.0151									

【0066】

【表 4】

実施例	区分	化 学 成 分 (mass%)								熱処理	ハーフ 面精度 (%)	VL1000 m/min	表面粗さ Rz (μm)	切り屑 処理性		
		Ti	Ga	Zr	Mg	Te	Bi	Pb	Al						Mn/S	
36	発明例								0.0028	2.01		QT	3.0	168	3.5	○
37	発明例								0.0018	2.39		QT	2.2	154	3.4	○
38	発明例								0.0014	2.11		QT	2.1	170	3.7	○
39	発明例								0.0024	2.39		QT	0.5	158	3.5	○
40	発明例								0.0027	2.00		QT	0.7	168	3.9	○
41	発明例								0.0014	1.95		焼準	5.2	135	3.9	○
42	発明例								0.0023	1.90		QT	2.5	131	3.6	○
43	発明例								0.0028	1.95		QT	2.0	133	3.1	○
44	発明例								0.0016	1.92		QT	1.0	155	3.4	○
45	発明例								0.0015	1.82		QT	2.8	156	3.7	○
46	発明例								0.0028	2.00		QT	1.9	155	3.3	○
47	発明例								0.0012	2.39		QT	1.4	156	3.7	○
48	発明例								0.0028	2.09		QT	0.6	155	3.6	○
49	発明例								0.0012	2.00		QT	2.8	154	4.1	○
50	発明例								0.0030	2.31		QT	1.4	156	4.2	○
51	発明例								0.0019	2.02		QT	2.6	155	3.3	○
52	発明例								0.0029	2.27		QT	0.8	153	4.8	○
53	発明例	0.036							0.0016	2.12		QT	1.3	158	4.7	○
54	発明例		0.0033						0.0017	1.89		QT	2.5	158	4.5	○
55	発明例			0.0035					0.0024	2.14		QT	2.1	154	3.0	○
56	発明例				0.0020				0.0013	1.82		QT	2.6	154	4.3	○
57	発明例					0.0061			0.0022	2.21		QT	2.4	154	3.8	○
58	発明例						0.16		0.0017	2.37		QT	2.8	182	2.6	○
59	発明例							0.266	0.0031	2.02		QT	2.5	189	2.2	○
60	発明例								0.0208	1.98		QT	1.9	136	3.5	○
61	比較例								0.0012	2.90		焼準	5.8	97	17.0	×
62	比較例								0.0013	3.05		焼準	5.8	119	21.1	○
63	比較例								0.0017	2.83		焼準	5.8	100	24.4	○
64	比較例								0.0011	3.03		焼準	5.3	119	24.2	○
65	比較例								0.0018	2.16		焼準	5.5	108	24.6	×
66	比較例								0.0013	2.13		焼準	5.7	121	17.1	○
67	比較例								0.0021	2.48		焼準	5.9	110	16.8	○
68	比較例								0.0024	1.80		焼準	5.9	118	20.4	○
69	比較例								0.0016	1.85		QT	1.5	105	13.0	○
70	比較例								0.0013	0.90		-	-	-	-	-
71	比較例								0.0027	2.81		焼準	5.9	117	24.6	×

【0067】

【表 5】

表 5

切削条件		ドリル	その他
切削速度	10~200m/min	φ 5 mm	穴深さ 15mm
送り	0.33mm/rev	NACHI通常ドリル	工具寿命 折損まで
水溶性切削油		突き出し量 60mm	

【0068】

【表 6】

表 6 プランジ切削条件

切削条件		工 具	その他
切削速度	80m/min	SKH57相当	突き出し
送り	0.05mm/rev	すくい角 20°	評価タイミング 200サイクル
不水溶性切削油		逃げ角 6°	

【0069】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明は切削時の工具寿命と切削表面粗さ、および切り屑処理性に優れた特性を有するため自動車用部材、一般機械用部材に用いることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明による鋼のフェライト・パーライト組織を示す顕微鏡写真である。

【図 2】

(a) は本発明による Mn S の微細分散状態を示す顕微鏡写真であり、(b) は従来鋼における粗大 Mn S の存在状態を示す顕微鏡写真である。

【図 3】

(a), (b) はプランジ切削試験法を示す図である。

【図 4】

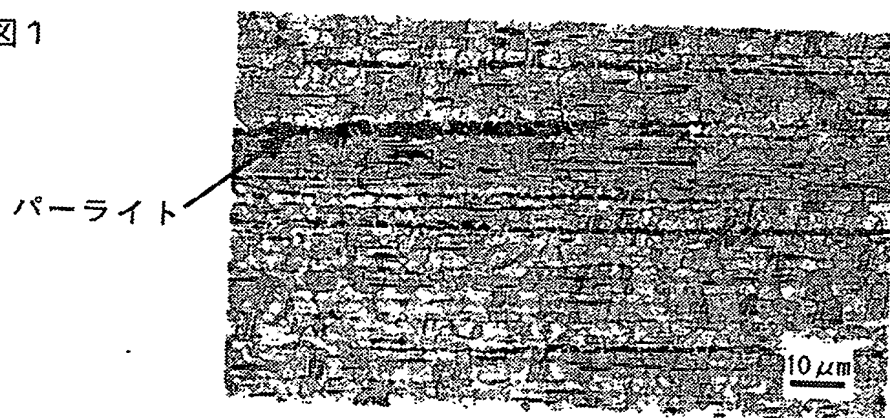
パーライト面積率と表面粗さの関係を示す図である。

【書類名】

図面

【図 1】

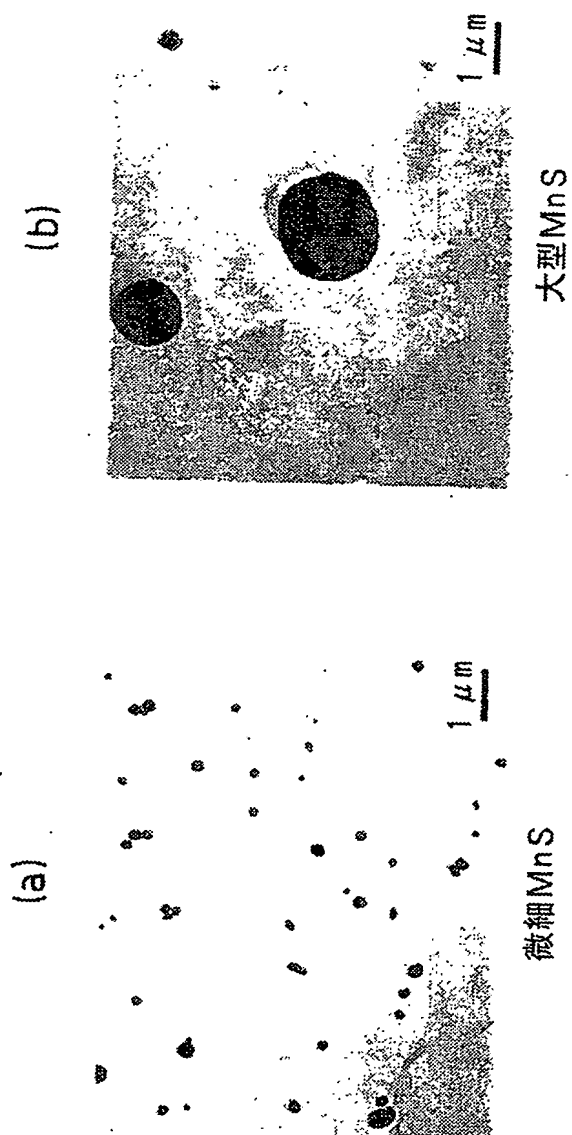
図 1



フェライト・パーライト組織

【図 2】

図 2



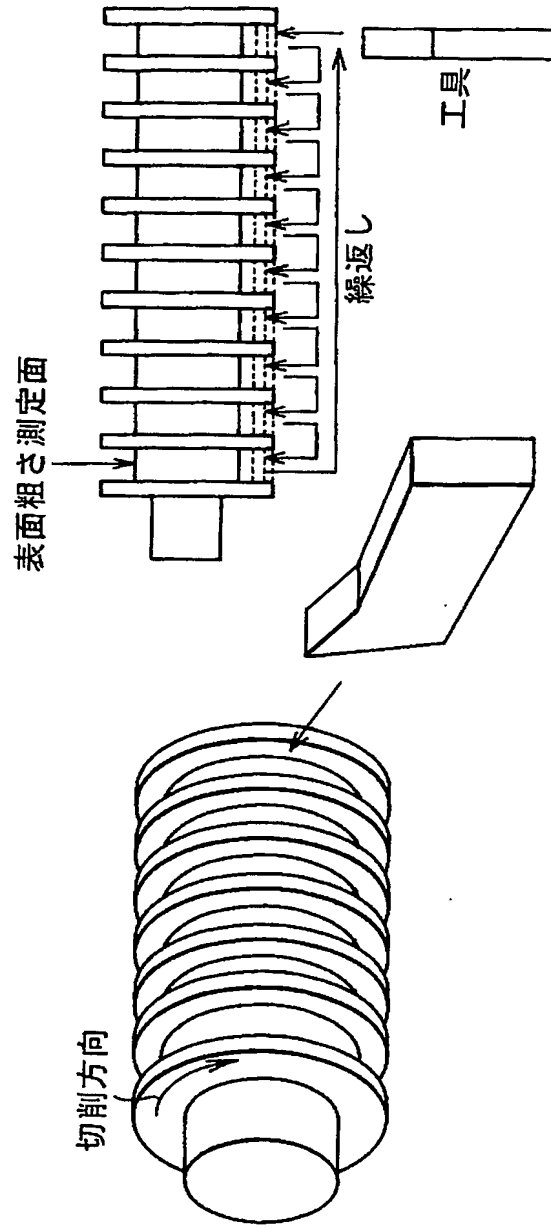
【図 3】

図 3

プランジ切削方法

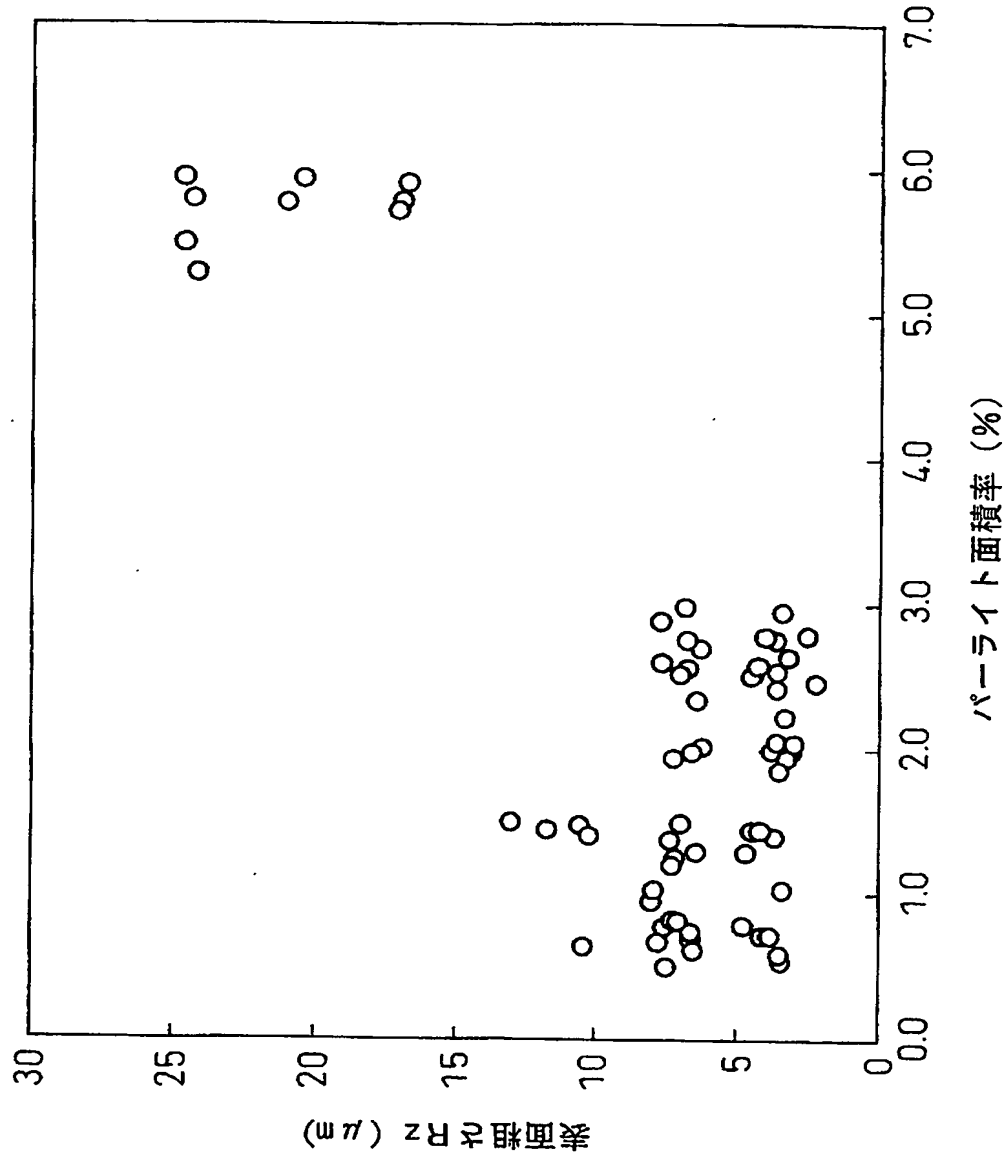
プランジ切削試験イメージ

工具のうごき



【図 4】

図 4



【書類名】

要約書

【要約】

【課題】 工具寿命のみならず、切削面性状の良好な被削性に優れる鋼を提供する。

【解決手段】 C: 0.005~0.2%、Si: 0.001~0.5%、Mn: 0.5~3.0%、P: 0.003~0.2%、S: 0.003~1.0%、B: 0.005超~0.05%、total-N: 0.002~0.02%、total-O: 0.005~0.035%を含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物よりなり、ミクロ組織においてパーライト面積率が5%以下であることを特徴とする被削性に優れる鋼。

【選択図】 図1

特願 2002-332665

出願人履歴情報

識別番号

[000006655]

1. 変更年月日

1990年 8月10日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

氏 名

新日本製鐵株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.